

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08138611 A**

(43) Date of publication of application: **31 . 05 . 96**

(51) Int. Cl

H01J 37/244
H01J 37/141
H01J 37/147

(21) Application number: **06271069**

(22) Date of filing: **04 . 11 . 94**

(71) Applicant: **NIKON CORP**

(72) Inventor: **NAKASUJI MAMORU**
SHIMIZU HIROYASU

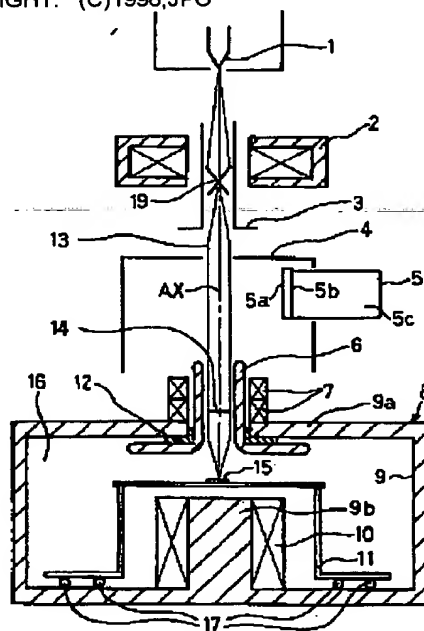
(54) **CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE**

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(57) Abstract:

PURPOSE: To suppress chromatic aberration on the axis of a primary charged particle beam and efficiently collect secondary electrons in a detector in a charged particle beam device using in-lens objective lens of speed reduction electric field type.

CONSTITUTION: A secondary electron detector 5 for detecting secondary electrons from a sample 15 is provided between an electrode 4 for forming an electrostatic lens which makes primary electrons from an electron gun 1 into parallel beams along with an anode 3, and an objective lens 8 on which the sample 15 is mounted between the upper electrode 5a and the lower electrode 5b, and voltage of -100V is applied on the electrode 4, and the sample 15 is set to ground electric potential. The primary electrons to the sample 15 are decelerated by a liner tube 6 on which voltage 10kV is applied. After the secondary electrons from the sample 15 come out from the upper part of the liner tube 6 by a magnetic field of the objective lens 8, they are captured by the secondary electron detector 5.



retarding field

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-138611

(43) 公開日 平成8年(1996)5月31日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 J 37/244

37/141

Z

37/147

B

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平6-271069

(22) 出願日

平成6年(1994)11月4日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 中筋 護

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(72) 発明者 清水 弘泰

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

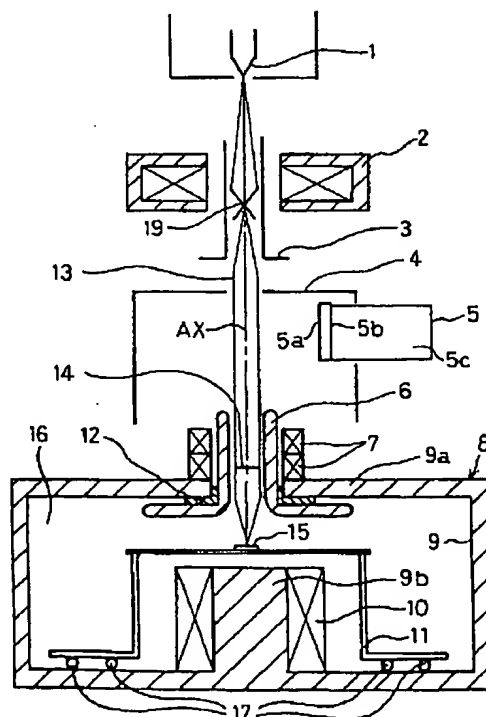
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 荷電粒子線装置

(57) 【要約】

【目的】 インレンズ型で減速電界型の対物レンズを用いる荷電粒子線装置において、1次荷電粒子線の軸上色収差を小さく抑え、2次電子を効率良く検出器に集める。

【構成】 アノード3と共に電子銃1からの1次電子を平行ビームにする静電レンズを形成する電極4と、上極5aと下極5bとの間に試料15を載置した対物レンズ8との間に、試料15からの2次電子を検出する2次電子検出器5を設け、電極4に-100Vの電圧を印加すると共に、試料15はグランド電位にする。試料15への1次電子を10kVの電圧を印加したライナチューブ6により減速させる。試料15からの2次電子が、対物レンズ8の磁界によりライナチューブ6の上に出た後、2次電子検出器5に捕捉される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 荷電粒子線を収束させるための対物レンズの対向する2つの磁極間に前記試料を配置し、前記対物レンズの上極側に配置された電極と前記試料との間に電界を形成し、前記試料上に前記荷電粒子線を収束させる荷電粒子線装置において、

前記対物レンズの上極の上部に、前記荷電粒子線の照射により前記試料から発生する2次電子を検出する2次電子検出器を設けたことを特徴とする荷電粒子線装置。

【請求項2】 前記対物レンズの上極と前記2次電子検出器との間に、前記荷電粒子線を前記試料上で走査する走査用偏向コイルを設けたことを特徴とする請求項1記載の荷電粒子線装置。

【請求項3】 前記2次電子検出器の2次電子入射口の周囲の少なくとも一部を前記試料の電位以下の電位が印加された補助電極で覆うことを特徴とする請求項1又は2記載の荷電粒子線装置。

【請求項4】 前記補助電極を含んで形成される静電レンズによる収束作用で前記荷電粒子線が光源像を形成しないことを特徴とする請求項3記載の荷電粒子線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、荷電粒子線装置に関し、特に低エネルギーの電子線プローブで試料の観察、計測等を行う走査型電子顕微鏡、線幅測定機、又はマイクロアナライザ等に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】 荷電粒子線を対物レンズとしての電磁レンズにより試料上に収束させて、その試料を観察する荷電粒子線装置は、今日超微細構造の半導体集積回路の検査やDNA或いは蛋白質等の超微細構造を解明する上で有用である。この種の荷電粒子線装置としては、走査型電子顕微鏡や線幅測定機等が知られている。以下では、荷電粒子線装置として、走査型電子顕微鏡を例に取って説明する。

【0003】 一般的に、走査型電子顕微鏡では、電子銃から射出された電子線はコンデンサレンズ等で収束された後、対物レンズとしての電磁レンズに入射する。電磁レンズは2つの磁極を持ち、これらの2つの磁極の間に生ずる磁界により電子線の焦点位置が調整されて、試料に照射される。そして、試料から発生する2次電子が2次電子検出器で検出される。

【0004】 以上のような構成において、対物レンズとなる電磁レンズとして減速電界型で、且つ2つの磁極の間に対象となる試料を置いて観察するインレンズ型の電磁レンズを使用すれば、試料に照射される電子線（1次電子）の軸上色収差係数が大幅に小さくすることが知られている。そのため、従来からこのような構成を持つインレンズ型の荷電粒子線装置の実用化が計られてきた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の減速電界型で、且つインレンズ型の電磁レンズを使用した場合には、2次電子の検出方法に問題があり、今日まで実用化された装置は見られない。即ち、従来の荷電粒子線装置では、試料から放出された2次電子は加速されて1次電子の減速を行うための電位が印加されたライナチューブ等へ入射してしまい、2次電子検出器へ入らないため、試料の観察画像が得られないという不都合があった。

【0006】 本発明は斯かる点に鑑み、1次電子等の入射する荷電粒子線の軸上色収差係数を小さくした上で、更に、2次電子を効率良く2次電子検出器に導くことができる荷電粒子線装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明による荷電粒子線装置は、荷電粒子線を収束させるための対物レンズ

(8)の対向する2つの磁極(9a、9b)間に試料(15)を配置し、その対物レンズ(8)の上極(9a)側に配置された電極(6)とその試料(15)との間に電界を形成し、その試料(15)上にその荷電粒子線を収束させる荷電粒子線装置において、その対物レンズ(8)の上極(9a)の上部に、その荷電粒子線の照射によりその試料(15)から発生する2次電子を検出する2次電子検出器(5)を設けたものである。

【0008】 この場合、その対物レンズ(8)の上極(9a)とその2次電子検出器(5)との間に、その荷電粒子線をその試料(15)上で走査する走査用偏向コイル(7)を設けることが好ましい。また、その2次電子検出器(5)の2次電子入射口の周囲の少なくとも一部をその試料(15)の電位以下の電位が印加された補助電極(4)で覆うことが好ましい。

【0009】 更に、その補助電極(4)を含んで形成される静電レンズによる収束作用でその荷電粒子線が光源像(クロスオーバ)を形成しないようにするのが好ましい。

【0010】

【作用】 斯かる本発明の荷電粒子線装置によれば、インレンズ型の対物レンズ(8)を使用し、対物レンズ(8)の上極(9a)の上部に、荷電粒子線の照射により試料(15)から発生する2次電子を検出する2次電子検出器(5)を設けている。従って、上極(9a)側に電極(6)が存在しても、試料(15)からほぼ全ての方向に発生する2次電子は、対物レンズ(8)の強い磁界により一旦光軸近傍に収束し光軸にほぼ平行になった後、通常正の電位に保たれる2次電子検出器(5)に捕捉される。従って、電極(6)によって入射する荷電粒子線の軸上色収差を小さくした上で、2次電子の捕捉効率が良く、SN比の良い検出像が得られる。

【0011】 また、対物レンズ(8)の上極(9a)と2次電子検出器(5)との間に、荷電粒子線を試料(1

5) 上で走査する走査用偏向コイル(7)を設ける場合には、走査用偏向コイル(7)は2次電子検出器(5)より下にあるので、例えば2次電子検出器(5)のある空間に強い偏向電界が発生していても、電子線は視野走査とは無関係に同じ場所を通るため、視野歪みの発生がなく、走査に対応してダイナミックに非点補正を行う必要がない。

【0012】また、2次電子検出器(5)の2次電子入射口の周囲の少なくとも一部を試料(15)の電位以下の電位が印加された電極(4)で覆う場合には、その電極(4)によって2次電子が押し戻されるため、試料(15)からの2次電子が2次電子検出器(5)に効率良く入射する。更に、電極(4)を含んで形成される静電レンズによる収束作用で荷電粒子線が光源像を形成しないようにする場合には、1次電子の軸上色収差係数がより小さく抑えられる。

【0013】

【実施例】以下、本発明による荷電粒子線装置の一実施例につき、図面を参照して説明する。本例は走査型電子顕微鏡に本発明を適用したものである。図1は、本例の走査型電子顕微鏡の主要部の断面図を示し、この図1において、電子銃1から放出された電子線(1次電子)13は、電子銃1の下部に配置され、光軸AXを囲むように配置された円筒形で出口がつば状に広がったアノード電極3で約10.5kVに加速される。加速された電子線は、アノード電極3の外側に配置されたコンデンサレンズ2によりクロスオーバ(光源像)19を作り、このクロスオーバ19からの電子線は、約10kVの電位のアノード電極3とアノード電極3の下部に配置された約-100Vの電位をもつ電極4とによって作られる静電レンズでほぼ平行ビームにされる。電極4は、その中央部に電子線を通過させる貫通孔を持ち、後述する2次電子検出器の導入開口部を囲む開口を有する下向きの蓋状に形成されている。平行ビームとなった電子線は、減速電界型で且つ2つの磁極の間に試料を配置するインレンズ型の対物レンズ8により試料テーブル11のほぼ中央部に載置される試料15の上面に収束される。

【0014】対物レンズ8は、円筒型の空間16を持ち、上部が1次電子及び2次電子が通過する円形の貫通孔の周囲の上極9aとなり、下部が空間16側に突き出した円柱状の下極9bとなった円筒状のコア9と、下極9bの周囲に装着されたコイル10とから構成される電磁レンズであり、1次電子はこの2つの磁極9a、9bにより生ずる磁界により試料15上に収束される。対物レンズ8の下極9bの直上には、試料テーブル11が水平に配置され、試料テーブル11は試料テーブル11の底部に固定された駆動装置17により移動できるようになっている。また、試料テーブル11はアースされており、試料15の電位はグラウンド電位(0V)である。

【0015】更に、1次電子及び2次電子が通過する対

物レンズ8の上極9aの内側には、絶縁碍子12を介して円筒状で試料側がつば状に広がったライナチューブ6が固定されている。ライナチューブ6には、1次電子の速度を減速するため約10kVの電圧が印加されている。更に、上極9aの端部上面には、1次電子で試料15の表面を走査するための走査用の偏向器7が設けられている。

【0016】電子線の照射により試料15から発生する2次電子はライナチューブ6に印加された電圧により生ずる電界で加速されながら対物レンズ8による磁界で曲げられ、ライナチューブ6には入射することなく、仮想面14より上部に進む。仮想面14の高さはライナチューブ6のほぼ中間位置である。対物レンズ8の上極9aの上部で、且つ仮想面14から所定の距離L(図2参照)だけ離れた上部で、高い位置に、光軸AXから所定の距離で2次電子検出器5が配置されている。更に、2次電子検出器5の前側面は、電極4の側面の開口に挿通されている。

【0017】2次電子検出器5は、2次電子の導入開口部に設けられた前後2枚のメッシュ5a、5bと、フォトマルチプライア5cとより構成されている。2枚のメッシュ5a、5bには、2次電子線を捕獲するため、それぞれ約20kV、10kVの電圧が印加されている。高電位の2枚のメッシュ5a、5bにより捕獲された2次電子はフォトマルチプライア5cの受光面に入射する。なお、メッシュ5a、5bは2次電子入射口の全面に設ける必要はなく、その一部に設けるだけでもよい。

【0018】次に、本例の荷電粒子線装置の動作につき説明する。上述のように、電子銃1から射出された1次電子は、コンデンサレンズ2でクロスオーバ19を形成した後、約10kVの高電圧が印加されたアノード電極3により加速されると共に、アノード電極3と-100Vの電圧が印加された電極4とにより作られる静電レンズにより平行ビームとなり、2次電子検出器5の前方を通過して対物レンズ8に入射する。この場合、2次電子検出器5のメッシュ5aには2次電子を捕獲するため約20kVの高電圧が印加されているが、1次電子は高速に加速されているため、2次電子検出器5によりその光路が殆ど折り曲げられることなく直進して対物レンズ8に入射する。

【0019】また、クロスオーバ19とアノード電極3及び電極4が作る静電レンズの主面間との距離をこの静電レンズの焦点距離と等しいかそれより短くしたので、1次電子がこの静電レンズと対物レンズ8との間でクロスオーバを作らない。従って、1次電子の軸上色収差係数が大きくなることはなく、本例では、色収差係数が0.7mmの高分解能の1次ビームを作ることができた。次に、試料15の表面上には対物レンズ8の2つの磁極9a、9bによる強磁場が存在し、試料から全ての方向に放出された2次電子は、この磁場の収束作用で光

軸AX近くに収束されて、仮想面14の上に進み、ビームの向きが光軸AXと平行に近い角度に揃えられた後、対物レンズ8の上極9aの上部の空間へ出てくる。この空間では、上面、側面が電極4により約-100Vの電位に保たれ、2次電子検出器5のメッシュ5aが約+20kVの電位に保たれている。従って、仮想面14からの2次電子は効率的に2次電子検出器5に入射する。この場合、電極4の電位(-100V)が試料15の電位(グラウンド電位)より低いので、2次電子は効率良く2次電子検出器5に捕らえられる。

【0020】図2は、仮想面14から2次電子検出器5に至る2次電子の軌道の一例を示し、横軸は光軸AXからの距離R(mm)、縦軸は仮想面14からの高さHを表している。この図2は、光軸AXから1mmずれた位置から光軸AXに対する角度が $\pm 8^\circ$ の方向に発散する2次電子の軌道を計算して表したものであるが、全ての2次電子は軌道18に示すように、-100Vの電圧が印加された電極4により上面及び左側面に進めず、仮想面14からその中心部がL(本例では、Lは2~5cm)だけ高い位置に配置された2次電子検出器5に入射している。

【0021】以上のように、本例の荷電粒子線装置によれば、試料15から発生した2次電子は、殆ど100%の割合で2次電子検出器5に入るため、SN比の良い試料15の観察像が得られる。更に、走査用の偏向器7は、2次電子検出器5より下に配置されているので、非点補正を走査に応じてダイナミックに行う必要はない。また、2次電子検出器5が配置された空間は強い偏向電界が発生しているが、視野走査とは無関係に同じ場所を通るため、視野歪みの発生や、視野によって非点補正を変える必要はない。

【0022】なお、本例ではライナチューブ6に10kVの電圧を印加し、試料15をグラウンド電位にしたが、ライナチューブ6を接地(アース)してグラウンド電位に保ち、試料15にマイナスの電位を持たせてもよい。その場合、電極4の電位は試料15の電位より更に低い電位にするのが好ましい。更に、本発明は上述実施例に限定されず、例えば線幅測定機やマイクロアナライザ等に適用することで種々の構成を取り得る。

【0023】

【発明の効果】本発明の荷電粒子線装置によれば、試料

から発散する2次電子は対物レンズの磁界により電極の上部に進んだ後、2次電子検出器に捕捉される。従って、電極で1次荷電粒子の軸上色収差を改善した上で、2次電子の捕捉効率が良く、SN比の良い検出像が得られる利点がある。

【0024】また、対物レンズの上極と2次電子検出器との間に、荷電粒子線を試料上で走査する走査用偏向コイルを設ける場合には、電子線は視野走査とは無関係に同じ場所を通るため、視野歪みの発生がなく、非点補正を走査に応じてダイナミックに行う必要がない。また、2次電子検出器の2次電子入射口の周囲の少なくとも一部を試料の電位以下の電位が印加された電極で覆う場合には、試料からの2次電子が2次電子検出器に効率良く入射し、検出信号のSN比が向上する。

【0025】更に、電極を含んで形成される静電レンズによる収束作用で荷電粒子線が光源像を形成しないようにする場合、1次荷電粒子の軸上色収差係数が小さく抑えられ、高分解能で収束できる。

【図面の簡単な説明】

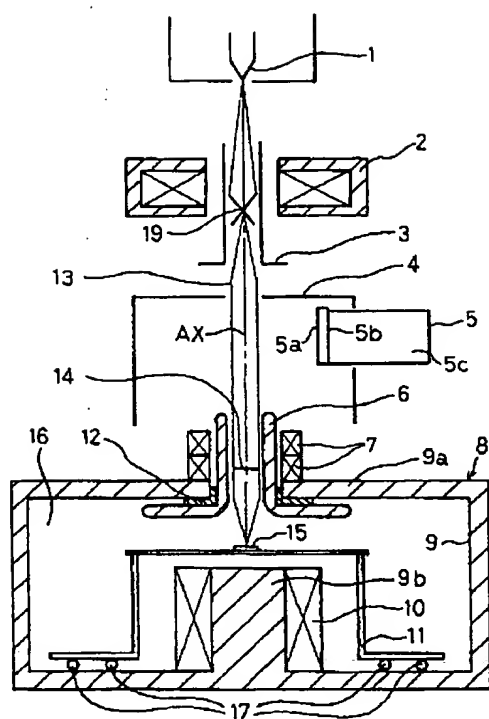
【図1】本発明による荷電粒子線装置の一実施例としての走査型電子顕微鏡の概略構成を示す断面図である。

【図2】図1の仮想面14から2次電子検出器5に至る2次電子の軌道の一例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 電子銃
- 2 コンデンサレンズ
- 3 アノード電極
- 4 電極
- 5 2次電子検出器
- 6 ライナチューブ
- 7 走査用の偏向器
- 8 対物レンズ
- 9 コア
- 9a 対物レンズ8の上極
- 9b 対物レンズ8の下極
- 10 対物レンズ8のコイル
- 11 試料テーブル
- 13 1次電子
- 14 仮想面
- 15 試料

【図1】



【図2】

